

сборник материалов студенческой научно-технической конференции в рамках 20-й международной научно-технической конференции БНТУ "Наука – образованию, производству и экономике" и 78-й студенческой научно-технической конференции БНТУ, 4-5 мая 2022 г. / редкол.: О. С. Голубова [и др.] ; сост. Н. А. Пашкевич. – Минск : БНТУ, 2022. – С. 100-103.

3. Каширипур М.М. Технологии четвертой волны в строительстве и архитектуре: от идеи до реализации (часть 3: примеры применения технологий четвертой волны в строительстве и архитектуре) // Градостроительство и архитектура. - 2024. - Т. 14. - №4. - С. 171-179. doi: 10.17673/Vestnik.2024.04.24

УДК 69.04

НАНОТЕХНОЛОГИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВО

Каширипур М.М.¹, Казакевич В.А.²

¹ Канд. архитектуры, постдокторский исследователь, доцент.

² Студент Строительного Факультета

Белорусский национальный технический университет

г. Минск, Республика Беларусь

***Аннотация.** Статья посвящена применению нанотехнологий в современной строительной отрасли, раскрывая их потенциал для создания инновационных материалов и повышения эффективности строительных процессов. Авторы рассматривают ключевые направления, такие как разработка нанобетона с улучшенными механическими свойствами, самоочищающихся покрытий на основе диоксида титана, а также теплоизоляционных материалов, таких как аэрогель. Особое внимание уделено умным стеклам с нанопокрывом, способным адаптироваться к внешним условиям, и антибактериальным покрытиям, повышающим гигиеничность зданий.*

***Ключевые слова:** нанотехнологии, строительство, наноматериалы, энергоэффективность, умные здания, экологическая устойчивость.*

Введение. Современное строительство стремительно развивается благодаря внедрению инновационных технологий. Одним из наиболее перспективных направлений является использование нанотехнологий, которые позволяют создавать материалы с улучшенными свойствами, повышать энергоэффективность зданий и увеличивать их долговечность. Нанотехнологии открывают новые горизонты в проектировании и строительстве, делая его более экологичным и экономичным. Нанотехнологии представляют собой область науки и техники, занимающуюся манипуляцией с материалами на наноуровне, то есть на уровне атомов и молекул [1]. Эти технологии находят применение в различных сферах, включая медицину, электронику и энергетику. Однако одной из самых перспективных областей применения нанотехнологий является строительство. В данной

статье мы рассмотрим, как нанотехнологии могут изменить подход к строительству, улучшить качество материалов и повысить эффективность строительных процессов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Нанотехнологии активно внедряются в строительную отрасль, предлагая решения для повышения прочности, энергоэффективности, долговечности и экологичности материалов. Их применение охватывает как новые разработки, так и модернизацию традиционных технологий.

Основные направления применения нанотехнологий являются: нанобетон и самоочищающиеся покрытия, теплоизоляционные наноматериалы, умные стекла с нанопокрывом, антибактериальные и антикоррозийные покрытия.

Перспективы нанотехнологий в строительстве

Обзор многочисленной литературы показывает следующие перспективы развития нанотехнологий в строительстве:

1. Самовосстанавливающиеся материалы

Ученые разрабатывают материалы, способные автоматически "залечивать" трещины. Например, в бетон добавляют микрокапсулы с полимерами или бактерии, которые активируются при повреждении и заполняют пустоты, восстанавливая структуру материала [2, 3].

2. Энергогенерирующие строительные материалы

Интеграция «нанофотоэлементов» в фасады и кровли зданий позволит превращать их в источники возобновляемой энергии. Уже сегодня существуют прозрачные солнечные панели на основе квантовых точек, которые можно встраивать в окна.

3. 3D-печать с наноматериалами

Развитие «3D-печати» в сочетании с нанотехнологиями открывает возможность создания сложных строительных конструкций с заданными свойствами. Например, использование нанокompозитов в 3D-принтерах позволяет печатать легкие, но сверхпрочные элементы зданий.

Снизить количество брака, ускорить производство и уменьшить энергозатраты. Это особенно важно в условиях растущего спроса на экологически чистые и энергоэффективные здания.

Наноматериалы: Преимущества и возможности

Одним из ключевых аспектов применения нанотехнологий в строительстве является разработка новых наноматериалов. Эти материалы обладают уникальными свойствами, которые значительно превосходят традиционные строительные материалы. Например, нанокompозиты могут быть более прочными и легкими, чем обычные бетонные или стальные конструкции. Это позволяет уменьшить вес зданий и снизить затраты на их фундамент [4, 5].

Кроме того, наноматериалы могут обладать улучшенными теплоизоляционными свойствами. Использование таких материалов позволяет зна-

чительно сократить расходы на отопление и кондиционирование воздуха, что делает здания более энергоэффективными. Например, наноизоляторы могут обеспечить лучшую защиту от теплопотерь по сравнению с традиционными изоляционными материалами.

Устойчивость и долговечность. Нанотехнологии также способствуют повышению устойчивости строительных материалов к внешним воздействиям. Например, добавление наноразмерных частиц в бетон может значительно увеличить его устойчивость к коррозии и воздействию химических веществ. Это особенно важно для зданий, расположенных в агрессивных климатических условиях или вблизи промышленных зон.

Кроме того, использование наноматериалов может увеличить срок службы конструкций. Например, специальные покрытия на основе наночастиц могут защищать поверхности от ультрафиолетового излучения и механических повреждений. Это снижает необходимость в частом ремонте и замене материалов, что в свою очередь уменьшает затраты на обслуживание зданий.

Умные здания и автоматизация. Нанотехнологии также открывают новые горизонты для создания "умных" зданий. С помощью наноразмерных сенсоров можно создать системы мониторинга состояния конструкций в реальном времени [6]. Эти сенсоры способны отслеживать изменения температуры, влажности и других параметров, что позволяет своевременно выявлять потенциальные проблемы и предотвращать аварии.

Кроме того, интеграция нанотехнологий с другими современными технологиями, такими как Интернет вещей (IoT), может привести к созданию более эффективных систем управления зданиями. Например, системы автоматического регулирования температуры могут адаптироваться к изменяющимся условиям окружающей среды благодаря данным от наноразмерных датчиков.

Экологические аспекты. Применение нанотехнологий в строительстве также имеет положительное влияние на экологическую устойчивость отрасли. Использование более легких и прочных материалов позволяет сократить количество ресурсов, необходимых для строительства. Это снижает углеродный след строительства и уменьшает воздействие на окружающую среду [7].

Кроме того, многие наноматериалы разрабатываются с учетом принципов устойчивого развития. Например, существуют биodeградируемые наноразмерные покрытия для защиты древесины от гниения или вредителей. Такие решения способствуют снижению использования токсичных химикатов в строительстве.

ВЫВОДЫ

Нанотехнологии кардинально меняют строительную отрасль, предлагая новые решения для повышения прочности, энергоэффективности и экологичности зданий. В ближайшие годы можно ожидать появления "ум-

ных" городов, где строительные материалы будут обладать функциями самовосстановления, энергогенерации и адаптации к окружающей среде.

Внедрение нанотехнологий не только улучшит качество строительства, но и сделает его более устойчивым и экономически выгодным.

Несмотря на все преимущества, внедрение нанотехнологий в строительство требует дальнейших исследований и разработок. Необходимо учитывать не только технические аспекты, но и экономические факторы, а также вопросы безопасности для здоровья человека и окружающей среды. Тем не менее будущее строительства с использованием нанотехнологий выглядит многообещающим и способно изменить облик городов по всему миру.

Таким образом, нанотехнологии – это не просто будущее строительства, а его настоящее, которое уже сегодня трансформирует подходы к проектированию и возведению зданий.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Короткевич А.В., Лещинский Н.В. Применение наноматериалов в современном строительстве // Вестник Белорусского национального технического университета. Серия "Строительство и архитектура". – 2023. – № 3(215). – С. 45–52.

2. Морозов Д.В., Жукова Л.В. Перспективы внедрения нанотехнологий в дорожном строительстве Беларуси // Вестник БНТУ. Серия "Транспортные коммуникации". – 2024. – № 1(112). – С. 62–68.

3. Kashiripoor M.M. Fourth wave technologies in construction and architecture: from idea to realization (part 2) // Urban construction and architecture. - 2024. - Vol. 14. - N. 3. - P. 178-193. doi: 10.17673/Vestnik.2024.03.22

4. Кравцова А.П. Экономическая эффективность использования наноматериалов в строительстве // Строительная наука и техника. – 2023. – № 2(45). – С. 28–34.

5. Петрушкевич В.Р., Сидоренко Е.А. Нанотехнологии в производстве строительных композитов // Наука и техника. – 2022. – № 12. – С. 34–40.

6. Каширипур М.М. Технологии четвертой волны в строительстве и архитектуре: от идеи до реализации (часть 3: примеры применения технологий четвертой волны в строительстве и архитектуре) // Градостроительство и архитектура. - 2024. - Т. 14. - №4. - С. 171-179. doi: 10.17673/Vestnik.2024.04.24

7. Гурский П.И. Наноматериалы для энергоэффективного строительства // Архитектура и строительство. – 2023. – № 4(287). – С. 18–25.